

## Patent

Patent Number: 57187986  
Application No.: 56072211 JP56072211 JP  
Date Filed: 19810515  
Title: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT  
Issue Date: 19821118  
Intl. Class: H01S00318  
Intl. Class: H01L03300

## [ABSTRACT]

PURPOSE: To obtain a highly efficient light emission diode of a visible rays band by a method wherein indirect transition-type semiconductor crystal, which does not have light emission property originally is given a super lattice composition and is used as an activation layer. CONSTITUTION: An activation layer 3, made of a semiconductor super lattice composition in which a periodical construction is composed by piling semiconductor crystal layers, each of which has a certain thickness of 500 $\text{\AA}$ ; and has a lattice constant identical with a semiconductor crystal layer with an indirect transition-type band gap, for instance a 100 plain GaP substrate 1 and has small electron affinity and large band gap, reciprocally on the substrate 1, is composed of, for instance, GaP-AlGaP. And on and under the activation layer 3, clad layers 2 and 4 composed of the same semiconductor material as the semiconductor crystal of the super lattice which has wider band gap or of a semiconductor which has wide band gap and small refractive index, for instance AlGaP are formed. COPYRIGHT: (C)1982, JPO&Japio

\* \* \* \* \*

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—187986

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/18  
H 01 L 33/00

識別記号

庁内整理番号  
7377—5F  
6931—5F

⑯ 公開 昭和57年(1982)11月18日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 3 頁)

## ⑭ 半導体発光素子

⑰ 特 願 昭56—72211

⑱ 出 願 昭56(1981)5月15日

⑲ 発 明 者 福井孝志

武蔵野市緑町3丁目9番11号日

本電信電話公社武蔵野電気通信

研究所内

⑳ 発 明 者 堀越佳治

武蔵野市緑町3丁目9番11号日

本電信電話公社武蔵野電気通信

研究所内

㉑ 出 願 人 日本電信電話公社

㉒ 代 理 人 弁理士 白水常雄 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体発光素子

## 2. 特許請求の範囲

間接遷移型のバンドギャップをもつ半導体結晶層と、該半導体結晶と格子定数が一致して電子親和度が小さくかつバンドギャップの大きい半導体結晶層がそれぞれ500Å程度以下の一定の厚さで交互に積み重ねられて周期構造が構成された半導体超格子結晶を活性層とし、クラッド層として該超格子のバンドギャップの広い方の半導体結晶と同じ半導体材料か又はバンドギャップが大きく、かつ屈折率の小さい半導体を用いることを特徴とする半導体発光素子。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体発光素子に関するものであり、特に5000Å〜7000Åの可視光領域における半導

体発光素子に関するものである。

この種の発光素子としてはGaPのLEDのようなものがあるが、発光効率が悪く、また、室温で発振する可視光レーザの報告はこれまでにない。

本発明は、効率の良い可視領域の発光ダイオード又はレーザを全く新しい原理で間接遷移型半導体を用いて発光させるようにした半導体発光素子を提供するものである。

以下本発明を詳細に説明する。

本発明の原理を説明する前に、まず、直接遷移型と間接遷移型の半導体についてそのバンド構造の概略を図1、2にそれぞれ示す。図2の間接遷移型の場合は著しく発光効率が悪く発光素子としては適しない。通常発光素子として用いられるⅢ—V族化合物の場合、バンドギャップエネルギーが2eV以上の材料ではほとんど間接遷移型となりこれまで7000Å以下( $E_g \geq 1.8\text{eV}$ )の可視領域でのレーザはほとんどない。

まず本発明の第1ステップとして、間接遷移型

半導体とそれより電子親和度  $x$  の小さい半導体を交互に積み重ねた超格子構造について、GaP(100)面上に作製した GaP-AlGaP を例にとつて説明する。そのバンド構造を図3に示す。価電子帯は  $\Gamma$  点(0, 0, 0)伝導帯は X 点(100)を示す。超格子周期を  $d$  とする。

次に一般論として、バンド構造の値かに異なつた2つの半導体からなる超格子中で、電子のエネルギー構造( $E-k$ 関係)は図4に示すように、自由電子近似の特性から少しずれて、 $k$ 空間において  $n\pi/d$  のところに新たなエネルギーギャップが生じる。これは、超格子  $d$  の周期性によるもので、バンド理論からよく知られているように、バンド構造はさらに図5に示すように  $k=\pi/d$  内に還元ゾーン形式で書ける。同様にして、X点[ $k=2\pi/a(100)$ ]付近に伝導体の最少エネルギー値をもつ GaP (図6)においても、それより電子親和度  $x$  が小さくバンドギャップの大きい AlGaP との超格子構造は図7で示すような還元ゾーンでエネルギーバンド構造を示す。Egi は間接遷移型の

- 3 -

#### 4. 図面の簡単な説明

図1は直接遷移形半導体のバンド構造を示す特性図、図2は間接遷移形半導体のバンド構造を示す特性図、図3は超格子中のエネルギーバンドを示す略図、図4は超格子中の運動量とエネルギーとの関係を示す特性図、図5は還元ゾーンで表わした超格子の運動量とエネルギーとの関係を示す特性図、図6は GaP のエネルギー帯構造を示す特性図、図7は GaP-AlGaP 超格子のバンド構造を示す特性図、図8は GaP-AlGaP 超格子の発光を説明するための図7の一部拡大図、図9は本発明の実施例であるヘテロ接合半導体レーザを示す断面図である。

1 ... n-GaP 基板(100面)、2 ... n-AlGaP クラッド層、3 ... GaP-AlGaP (0.1~0.5  $\mu$ m) 活性層、4 ... p-AlGaP クラッド層。

特許出願人 日本電信電話公社

代理人 白水常雄  
外1名

- 5 -

エネルギーギャップを示す。従つて、図8に示すように直接遷移型の効率良い発光を示すようになる。

実際の発光素子の形としては、各層厚が500Å程度以下の例えば50~200Åで20~50周期の GaP-AlGaP 超格子(0.1~0.5  $\mu$ m)を活性層3にしてバンドギャップが大きくかつ屈折率が小さい n 型と p 型の AlGaP をクラッド層2, 4にした DH レーザ(100面の GaP 基板1にいずれも格子定数が一致する)を図9に示す。発振波長5500Åで室温連続発振した。活性層3の材料としては Ge-GaAs の組合せも用いることができる。

以上のように、本発明は本来非発光の間接遷移形半導体結晶を超格子構造にして活性層に用いることにより発光素子としたものであり、特に間接遷移形半導体が広いバンドギャップを有することから可視領域の発光素子として有望である。

本発明により、5500Å という短波長の半導体レーザが作製され、光ビデオディスク、レーザープリンタへの応用の道が開拓できる効果がある。

- 4 -

